

## DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(51) Classification internationale des brevets <sup>5</sup> :A63B 63/00, G01V 1/00  
G01S 5/22

A1

(11) Numéro de publication internationale:

WO 92/01494

(43) Date de publication internationale:

6 février 1992 (06.02.92)

(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR91/00537

(22) Date de dépôt international: 3 juillet 1991 (03.07.91)

(30) Données relatives à la priorité:

90/09038

16 juillet 1990 (16.07.90)

FR

(71)(72) Déposants et inventeurs: PAULET, Bruno [FR/FR]; 17, rue Descombes, F-75017 Paris (FR). QUERU, Gilles [FR/FR]; 25, rue de Seine, F-75006 Paris (FR). SAINT-SALVI, Gilles [FR/FR]; 119, rue Garibaldi, F-69006 Lyon (FR).

(74) Mandataire: MICHARDIERE, Bernard; Cabinet Peuscet, 68, rue d'Hauteville, F-75010 Paris (FR).

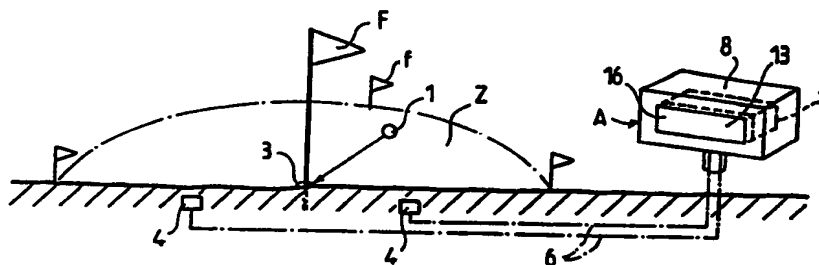
(81) Etats désignés: AT (brevet européen), AU, BE (brevet européen), CH (brevet européen), DE (brevet européen), DK (brevet européen), ES (brevet européen), FR (brevet européen), GB (brevet européen), GR (brevet européen), IT (brevet européen), JP, LU (brevet européen), NL (brevet européen), SE (brevet européen), US.

Publiée

*Avec rapport de recherche internationale.*

(54) Title: APPARATUS FOR DETECTING THE IMPACT OF A GOLF BALL

(54) Titre: APPAREIL POUR DETECTER L'IMPACT D'UNE BALLE DE GOLF



## (57) Abstract

The apparatus allows to detect the impact, in a reception area, of a golf ball (1) and to estimate the distance between said impact and a target (3) to be reached. Vibration sensors consisting of geophones (4) are sunk in the ground and distributed in the reception area (Z) in order to determine the impact position, and are capable of providing an electric signal at an output. Electronic means (7) to which are connected the geophones (4) are comprised of a signal analysis unit appropriate to recognize the instant of the first peak of a signal on a geophone. The determination of the impact position is achieved from said peak signals. Display means (13) allow to visualize at least an estimation of the distance between the impact point and the target (3).

## (57) Abrégé

L'appareil est prévu pour détecter l'impact, dans une zone de réception, d'une balle de golf (1) et pour estimer la distance entre cet impact et un but (3) à atteindre. Des capteurs de vibrations constitués par des géophones (4) sont enterrés et répartis dans la zone de réception (Z) de manière à permettre de déterminer la position de l'impact, et propres à fournir un signal électrique sur une sortie. Des moyens électroniques (7) auxquels sont reliés les géophones (4), comprennent un module d'analyse du signal propre à reconnaître l'instant de la première crête d'un signal sur un géophone. La détermination de la position de l'impact est effectuée à partir de ces signaux de crête. Des moyens d'affichage (13) permettent de visualiser au moins une estimation de la distance entre le point d'impact et le but (3).

# **UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION**

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AT	Autriche	ES	Espagne	MG	Madagascar
AU	Australie	FI	Finlande	ML	Mali
BB	Barbade	FR	France	MN	Mongolie
BE	Belgique	GA	Gabon	MR	Mauritanie
BF	Burkina Faso	GB	Royaume-Uni	MW	Malawi
BG	Bulgarie	GN	Guinée	NL	Pays-Bas
BJ	Bénin	GR	Grèce	NO	Norvège
BR	Brésil	HU	Hongrie	PL	Pologne
CA	Canada	IT	Italie	RO	Roumanie
CF	République Centrafricaine	JP	Japon	SD	Soudan
CG	Congo	KP	République populaire démocratique de Corée	SE	Suède
CH	Suisse	KR	République de Corée	SN	Sénégal
CI	Côte d'Ivoire	LI	Liechtenstein	SU+	Union soviétique
CM	Cameroun	LK	Sri Lanka	TD	Tchad
CS	Tchécoslovaquie	LU	Luxembourg	TG	Togo
DE	Allemagne	MC	Monaco	US	Etats-Unis d'Amérique
DK	Danemark				

+ On ignore encore pour quels Etats de l'ancienne Union soviétique une désignation de l'Union soviétique déploie ses effets.

## APPAREIL POUR DETECTER L'IMPACT D'UNE BALLE DE GOLF.

L'invention est relative à un appareil pour détecter l'impact, dans une zone de réception, d'une balle de golf et pour estimer la distance entre cet impact et un point de référence, cet appareil étant du genre de ceux qui comprennent :

- plusieurs capteurs de vibrations disposés et répartis dans la zone de réception et propres à fournir un signal électrique sur une sortie à la suite d'un impact ;

- des moyens électroniques auxquels sont reliés les capteurs, ces moyens électroniques étant propres à déterminer, à partir des informations fournies par les capteurs, la position du point d'impact ;

- et des moyens d'affichage, commandés par les moyens électroniques, pour visualiser au moins une estimation de la distance entre le point d'impact et le point de référence.

WO-A-89 12483 concerne un appareil de ce genre destiné à permettre de déterminer les performances d'un joueur de golf qui utilise un club particulier. L'appareil conforme à ce document antérieur permet d'estimer la distance entre le point d'où la balle de golf a été frappée et le point d'arrivée, cette distance pouvant être relativement importante, par exemple supérieure à une centaine de mètres. Les capteurs de vibrations sont constitués par des microphones qui détectent le son produit par l'impact des balles de golf. Les moyens électroniques, destinés à identifier un signal dû à un impact et provenant d'un capteur, font appel à un comparateur à seuil qui déclenche lorsque le niveau de seuil est franchi par le signal.

Des expériences conduites par les inventeurs ont permis de constater que la détermination du point d'impact d'une balle de golf, à l'aide de microphones

combinés avec un détecteur à seuil ne permet pas d'atteindre une précision suffisante pour des distances à apprécier relativement faibles, de l'ordre de la dizaine de mètres ou moins.

5 Or, un des problèmes importants posés par l'entraînement au golf sur "practice" est de permettre au joueur d'apprécier, avec une précision et une fiabilité suffisantes, la position d'impacts de balles frappées, par rapport à un point visé.

10 Car s'il est possible de juger l'allure de la trajectoire : sans effet, avec effet particulier, etc...il est en revanche beaucoup plus difficile d'apprécier la distance qui sépare l'impact réel de l'impact désiré et constitué par un but à atteindre  
15 qui est souvent matérialisé par un drapeau ou une pancarte portant une indication de distance : 50, 100, 150 mètres.

Même pour un oeil exercé, il n'est pas facile d'apprécier une différence de trois ou quatre  
20 mètres à une distance supérieure à 50 mètres. Il devient alors malaisé de mettre en oeuvre un entraînement rigoureux si l'on ne peut constater la diminution de la distance entre l'impact et le point de référence.

25 L'invention a donc pour but, surtout, de fournir un appareil qui permette une détermination de la position de l'impact de la balle de golf avec une précision suffisante pour que la distance à estimer entre l'impact et le point de référence puisse avoir  
30 une valeur réduite, de manière à rendre plus efficace et intéressant l'entraînement sur un "practice".

On souhaite en outre que l'appareil soit fiable et le moins encombrant possible sur le terrain de golf, notamment pour permettre le passage de ton-  
35 deuses ou de machines à ramasser les balles.

Selon l'invention, un appareil pour détecter

l'impact dans une zone de réception d'une balle de golf et pour estimer la distance entre cet impact et un point de référence, du genre défini précédemment, est caractérisé par le fait que le point de référence  
 5 est constitué par un but à atteindre avec la balle de golf ; que les capteurs sont constitués par des géophones enterrés dans le sol, et que les moyens électroniques comprennent un module d'analyse du signal propre à reconnaître l'instant  $T_c$  de la première  
 10 crête d'un signal sur un géophone, la détermination de la position de l'impact étant effectuée à partir de ces signaux de crêtes.

Les essais effectués par les déposants ont montré, que lorsqu'on enterre les capteurs dans le  
 15 sol, les géophones sont préférables aux microphones. De tels géophones travaillent sur des fréquence relativement basses de l'ordre de quelques dizaines de Hertz de sorte que les signaux fournis sur les sorties des géophones présentent des temps de montée  
 20 relativement longs. Des essais effectués en vue de déterminer un instant en relation précise avec le moment de l'impact ont montré que le franchissement d'un seuil par le signal de sortie d'un géophone est insuffisamment précis, comme expliqué plus loin plus  
 25 en détail.

US-A-4 001 771 a proposé l'utilisation de géophones pour un système de sécurité destiné à détecter la présence d'un intrus dans un périmètre à surveiller. Il s'agit là d'un domaine différent de  
 30 celui visé par l'invention. En outre, selon ce document antérieur, la détection est effectuée non pas à partir de la première crête mais à partir d'un détecteur de seuil auquel est appliqué un signal constituant l'enveloppe d'oscillations fournies en sortie  
 35 d'un géophone, comme expliqué avec référence à la figure 8 de ce document.

Comme cela sera souligné plus loin, les inventeurs ont pu mettre en évidence que l'ensemble des oscillations fournies à la sortie des géophones avaient un caractère erratique trop marqué et ne permettaient pas d'obtenir une précision suffisante, avec une détection de seuil, pour le problème qui les concernait.

Par contre, il a pu être établi que la détection de la première crête d'un signal sur un géophone permet une estimation précise et fiable.

Avantageusement, pour éviter la saturation des moyens électroniques, ce qui empêcherait de déterminer l'instant de la première crête d'un signal, on prévoit, dans ces moyens électroniques, un circuit d'amplification logarithmique évitant la saturation même si le signal d'entrée a une forte amplitude. Le circuit d'amplification logarithmique amplifie d'autant moins que le signal d'entrée est plus fort.

Comme la détection doit porter sur la première crête du signal fourni par le géophone, il convient que cette crête ait une amplitude suffisante pour pouvoir être distinguée du bruit de fond. Aussi, les géophones sont disposés dans la zone de réception de manière que les distances respectives entre l'impact, en un point quelconque, d'une balle de golf et au moins trois géophones soient suffisamment faibles pour que l'amplitude de la première crête du signal fourni par chacun desdits trois géophones ait une valeur suffisante pour permettre sa détection avec certitude.

En pratique, les distances respectives entre l'impact d'une balle de golf en un point quelconque de la zone de réception et au moins trois géophones sont au plus égales à 8 mètres et de préférence au plus égales à 5 mètres. Les géophones sont avantageusement disposés aux sommets de carrés élémentaires juxtaposés

5

dont le côté est au plus égal à 5 mètres.

Pour une zone de réception sensiblement carrée ayant un côté de l'ordre de 15 mètres, on dispose 16 géophones aux sommets de neuf carrés adjacents, inscrits dans le carré global.

Les capteurs peuvent être des géophones 10 Hz.

Avantageusement, les moyens d'affichage sont agencés pour fournir, en outre, une indication sur la direction de la droite joignant le point de référence au point d'impact, par rapport à une direction fixe ; cette indication peut être fournie, en particulier, sous une forme schématique par un segment ayant une inclinaison en correspondance avec la susdite direction.

Les moyens électroniques comprennent, avantageusement, un module de traitement auquel sont envoyés les instants de crête reconnus par le module d'analyse, le module de traitement déterminant, comme origine des temps, l'instant de la première crête détectée, c'est-à-dire l'instant où un premier capteur est atteint par l'onde créée par l'impact.

Les moyens électroniques comprennent en outre, un module de transfert permettant de transformer les résultats du module de traitement en commande de l'unité d'affichage et d'envoyer en outre ces résultats vers une interface, notamment pour connexion à un micro-ordinateur.

Le module de traitement peut comprendre des moyens de mémoire propres à stocker les informations fournies par les divers capteurs lors d'impacts en des endroits prédéterminés, répartis sur la surface du sol, et des moyens de comparaison prévus pour comparer les informations recueillies lors d'un impact quelconque avec les valeurs mémorisées et déterminer, à partir de cette comparaison, la position dudit impact.

quelconque.

Les moyens d'affichage comprennent avantageusement une unité d'affichage supportée par un pied, située à proximité de la zone de réception et protégée par une plaque en matière suffisamment résistante aux impacts des projectiles, en particulier en polycarbonate ; les dimensions des indications affichées sur cette unité sont suffisantes pour permettre leur lecture à l'oeil nu à une distance relativement importante, en particulier de 50 mètres et plus.

L'invention consiste, mises à part les dispositions exposées ci-dessus, en un certain nombre d'autre dispositions dont il sera plus explicitement question ci-après à propos d'un exemple de réalisation décrit avec référence aux dessins ci-annexés, mais qui n'est nullement limitatif.

La figure 1 de ces dessins est une représentation schématique d'un appareil selon l'invention installé sur un "practice" de golf.

La figure 2 est un schéma bloc des moyens électroniques de l'appareil de la figure 1.

La figure 3 est un schéma illustrant une indication fournie par les moyens d'affichage.

La figure 4 est un schéma en plan illustrant l'implantation dans le sol des géophones.

La figure 5, enfin, est un diagramme illustrant l'onde se propageant dans le sol à la suite d'un impact et représentant la grandeur caractérisant la vibration (ordonnée) en un point donné en fonction du temps porté en abscisse.

En se reportant à la figure 1 des dessins, on peut voir un appareil destiné à détecter un impact sur le sol d'une balle de golf 1 lancée à l'entraînement par un joueur sur une surface 2 de sol appelée "practice", depuis une aire de lancement non



représentée.

Lors de son entraînement, le joueur de golf s'efforce de frapper la balle 1 de manière telle que son impact soit le plus rapproché d'un but 3, par exemple constitué par un drapeau F planté en un point de référence, au centre d'une zone de réception Z. Cette zone Z peut être sensiblement carrée ou circulaire, et son contour est signalé par des drapeaux f dont la hampe est beaucoup plus petite que celle du drapeau central F.

L'unité d'affichage A de l'appareil selon l'invention est fixée par un pied dans le sol, à l'extérieur de la zone Z mais à proximité du contour de cette zone. L'unité A est orientée de manière à permettre la lecture, depuis l'aire de lancement, des résultats affichés.

L'appareil comprend plusieurs capteurs de vibrations disposés dans le sol du practice et répartis de manière appropriée à la détermination de la position de l'impact de la balle 1.

Des expérimentations effectuées sur le terrain ont montré que des capteurs du genre microphone ne donnaient pas de résultats suffisamment précis pour l'application envisagée. En outre, il est souhaitable d'enterrer les capteurs pour laisser la surface du "practice" libre pour le passage d'une machine à ramasser les balles de golf et/ou d'une tondeuse à gazon.

Les capteurs retenus sont des géophones 4, enterrés à une faible profondeur dans le sol et sont sensibles à l'onde P se propageant dans le sol à la suite de l'impact. Les géophones 4 sont du même type que ceux utilisés en sismique (étude des réflexions et des réfractions des ondes dans le sol à des fins d'exploration pétrolière) associés à des moyens d'amplification convenables ; ces géophones permettent

de détecter de très faibles vibrations et sont d'un prix très raisonnable. Les géophones sont généralement constitués d'une bobine mobile à l'intérieur de l'entrefer d'un aimant. Le déplacement des particules du sol, suite à l'impact, crée le mouvement de la bobine qui entraîne une tension à la sortie du géophone, avec un pic sur la fréquence de résonance du géophone.

De tels capteurs "géophones" peuvent être fournis par les constructeurs suivants : GEOSPACE et MARK PRODUCTS à HOUSTON (TEXAS), ou SENSOR à Amsterdam.

Des essais ont permis de déterminer que le géophone le plus adapté pour un fonctionnement optimal de l'appareil de l'invention est un géophone basses fréquences car les hautes fréquences s'atténuent rapidement dans un milieu meuble comme la terre d'un practice de golf.

Un impératif d'encombrement et de coût conduit à préférer le géophone 10 Hz pour l'exemple d'appareil décrit. La résistance de la bobine d'un tel géophone est la résistance maximale qu'offre le constructeur pour obtenir une sensibilité élevée. Elle est de 395 Ohms dans le cas considéré.

Les géophones 4 fournissent sur leur sortie un signal électrique constitué par une tension.

Comme visible sur les figures 1 et 2, chaque sortie de géophone 4 est reliée, par un câble blindé 6 enterré dans le sol, à des moyens électroniques 7 intégrés dans le boîtier 8 de l'unité d'affichage A.

Les moyens électroniques 7 comprennent un module d'amplification 9, un module 10 d'analyse du signal, un module 11 de traitement des données recueillies, et un module 12 de transfert des résultats.

Des premiers essais ont été effectués sur le

terrain avec des géophones 4 associés à des moyens électroniques à détecteur de seuil destinés à fournir une estimation de l'instant d'arrivée de l'onde d'impact sur le géophone lorsqu'un signal issu du géophone franchissait un seuil de niveau déterminé. Les inventeurs ont constaté que les déterminations des positions d'impacts effectuées dans ces conditions n'étaient pas suffisamment précises, ni fiables.

Les inventeurs ont trouvé que le train d'ondes schématiquement représenté sur la figure 5, provenant d'un géophone à la suite d'un impact en un point déterminé variait de manière erratique en amplitude, en fréquence, et en forme des signaux.

De telles variations erratiques sur le train d'ondes rendent particulièrement imprécise une détermination des impacts fondées sur une détection de seuil appliqué à un signal constitué, par exemple, par l'enveloppe des oscillations du train d'ondes.

Les inventeurs ont en outre trouvé que, d'une manière surprenante, l'instant  $T_c$  de la première crête  $c$  était un paramètre précis et fiable pour l'identification d'un impact. Autrement dit, il a été constaté que pour une succession d'impacts, d'intensités différentes, en un point donné, l'instant  $T_c$  de la première crête sur un géophone donné restait pratiquement constant. Il n'en est pas de même par contre pour les crêtes suivantes.

Ainsi, une amélioration considérable dans la précision des mesures a été obtenue en prévoyant, pour l'analyse du signal  $P$ , non pas un détecteur de seuil, mais un module d'analyse agencé pour reconnaître l'instant  $T_c$  de la première crête  $c$  du signal, en filtrant le bruit à l'aide de mémoires. Ceci a pour effet de remettre les signaux en phase et de les rendre pleinement exploitables.

Les tensions délivrées en sortie des

géophones 4 peuvent être extrêmement faibles, par exemple de quelques micro-volts pour des impacts lointains, et beaucoup plus fortes pour des impacts rapprochés.

5 Avec des moyens d'amplification 9 à gain constant, on risque de provoquer une saturation pour les signaux dus à des impacts rapprochés, ce qui conduirait à un écrêtage du signal de sortie amplifié de la figure 5, et à une imprécision sur la détermination  
10 de  $T_c$ .

Il importe donc d'éviter une telle saturation en sortie des moyens d'amplification 9.

On choisit de préférence des moyens d'amplification 9 logarithmiques qui modulent le gain  
15 d'amplification selon le niveau du signal d'entrée. Plus le signal d'entrée est fort, moins l'amplification assurée par les moyens 9 est élevée.

Les moyens d'amplification 9 possèdent une bande passante décalée vers le bas pour ne pas filtrer  
20 intempestivement les basses fréquences particulièrement intéressantes pour l'application considérée. Une bande passante jusqu'à 200 Hz est apparue satisfaisante.

La dynamique des moyens d'amplification 9  
25 doit être élevée pour éviter d'amplifier exagérément le bruit du géophone 4 ainsi que le bruit naturel du terrain autour du "practice" et dû à diverses sources : véhicules, avions, forts vents, etc.

Les moyens d'amplification 9 comportent des  
30 voies séparées, pour chaque géophone 4, sur des cartes distinctes pour éviter les problèmes de diaphonie qui surviennent inévitablement à ce niveau de gain.

Les instants des crêtes  $T_c$  sont ensuite envoyés au module de traitement 11. Le premier signal  
35 reçu correspondant à la première crête détectée, détermine l'origine des temps. Le module de traitement

11 comprend des compteurs (non représentés) déclenchés par ce premier signal. Les autres signaux de crête, provenant des différents capteurs, arrêtent successivement les incrémentations des compteurs, associés  
5 aux géophones 4, lancées par le premier signal. La synchronisation est effectuée sur un front d'horloge avec une résolution suffisamment élevée pour permettre la mesure. On obtient ainsi les temps désirés, pour chaque capteur.

10 L'implantation des géophones 4 dans le sol doit permettre de déterminer avec une précision suffisante la position de l'impact.

Compte tenu des observations précédentes, les inventeurs ont choisi une implantation des  
15 géophones 4 telle que, pour un impact en un point quelconque de la zone de réception, l'amplitude de la première crête c sur au moins trois géophones est suffisante pour permettre sa détection précise. Autrement dit, les trois géophones en question se trouvent suf-  
20 fisamment près du point d'impact pour que l'amplitude de la première crête c soit nettement supérieure au bruit de fond.

La détermination du point d'impact à partir des informations fournies par au moins trois géophones  
25 non alignés (en triangle) s'effectue de manière classique, par une intersection d'hyperboles. Chaque géophone enregistrera, à des instants différents, l'arrivée de l'onde produite par l'impact de la balle sur le sol. L'impact de la balle étant un événement  
30 aléatoire, on choisira comme origine des temps le moment où le premier géophone est sollicité par l'onde. En détectant l'instant d'arrivée sur les autres géophones, on connaîtra les différences de temps d'arrivée de l'onde sur les différents géophones  
35 et donc les différences de marche correspondant à la distance entre le point d'impact et la position des

trois géophones.

En considérant deux géophones, on saura que la position de l'impact est située sur une première hyperbole admettant les deux géophones comme foyers et  
5 correspondant à la différence de marche détectée.

En considérant deux autres géophones, on saura que le point d'impact se trouve également sur une deuxième hyperbole dont l'intersection avec la précédente donnera la position du point d'impact.

10 Dans l'application considérée à un "practice" de golf, la zone surveillée par l'appareil autour du point de référence 3 peut être schématisée, comme illustré sur la figure 4, par un carré E admettant le point 3 comme centre. Le côté du carré a une  
15 longueur l de l'ordre d'une quinzaine de mètres et deux des côtés sont parallèles à la direction D.

Des essais menés sur un terrain particulièrement mou (mais ce cas doit être envisagé même pour un "practice") ont montré que pour obtenir  
20 des résultats satisfaisants les distances respectives entre l'impact d'une balle de golf en un point quelconque de la zone de réception et au moins trois géophones 4 doivent être au plus égales à 8 mètres et de préférence au plus égales à 5 mètres.

25 Dans un exemple de réalisation, correspondant au schéma de la figure 4, la zone E, en carré de côté de 15 mètres, est surveillée par 16 géophones 4 disposés aux sommets de neuf carrés élémentaires, juxtaposés, ayant une longueur de côté de 5 mètres.  
30 La distance entre un point d'impact et au moins trois géophones est inférieure ou égale à la demi-diagonale d'un carré élémentaire, soit 3,54 m., c'est-à-dire nettement inférieure à 5 mètres.

Comme illustré sur la figure 4, la surveillance  
35 lance d'un carré élémentaire est sensiblement équivalente à la surveillance d'un cercle 5

circonscrit dont le rayon R est égal à la demi-diagonale soit environ 3,5 m. La surveillance du cercle 5 élémentaire, comme celle du carré inscrit, est assurée par quatre géophones 4 situés aux sommets du carré inscrit.

Au lieu de déterminer la position de l'impact par intersection d'hyperboles comme envisagé précédemment, on peut opérer par comparaison comme expliqué ci-après.

Lorsque l'impact d'une balle 1 se produit à une distance supérieure à quelques dizaines de centimètres d'un capteur 4, l'onde étudiée, qui est l'onde la plus rapide, se propage en souterrain et non en surface. L'onde se dirige en profondeur puis se réfracte sur les intercouches (par exemple terre-granit) et remonte vers le sol. Le trajet parcouru par l'onde dépend donc de la nature souterraine du sol, qui peut être très différente même à quelques mètres. Un impact équidistant en surface de deux géophones 4 ne donnera pas, en général, les mêmes temps d'arrivée sur ces géophones car les trajets souterrains ne seront pas identiques.

Pour pallier cet inconvénient, on prévoit dans le module de traitement 11 des mémoires, par exemple sous forme d'un circuit de type EPROM, afin de permettre de réaliser un étalonnage du terrain lors de l'installation de l'appareil.

Pour cela, lors de cette installation, on produit à des endroits prédéterminés, dont la position est connue, une simulation d'impact, par exemple en laissant tomber une balle de golf à cet endroit, et l'appareil mémorise les mesures des différents géophones 4. L'appareil dresse une table de correspondance entre l'ensemble des signaux recueillis sur les géophones et la position de l'impact.

Si  $n$  est le nombre de géophones, l'ensemble

des mesures pour un impact sera dénommé un n-uplet. Pour l'étalonnage du terrain, un certain nombre de n-uplets seront donc stockés en mémoire.

Lors de l'utilisation de l'appareil, un impact de la balle 1 en un point quelconque engendre un n-uplet de signaux. Cet n-uplet est comparé avec ceux qui ont été stockés dans la mémoire lors de l'étalonnage. La comparaison permet de déterminer le (ou les) n-uplet(s) le(s) plus proche(s) et donc d'en déduire la position de l'impact. Le module de traitement peut d'ailleurs contenir des moyens de calcul propres à effectuer une interpolation pour déterminer la position réelle de l'impact située entre des positions voisines d'étalonnage.

Les informations sur la position de l'impact sont transmises par le module de traitement 11 au module de transfert 12 qui est agencé pour assurer deux fonctions.

Tout d'abord le module 12 transforme les résultats fournis par le module de traitement en commande de moyens d'affichage 13 par exemple du type à diodes électroluminescentes, ou du type à segments rotatifs.

Le module de transfert 12 est avantageusement agencé :

- pour convertir la position de l'impact, par rapport au point de référence 3, en une estimation de la distance, par exemple sous forme d'une note de 0 à 9, avec les mêmes conventions que pour une cible de fléchettes, traduisant la distance entre l'impact et le drapeau F,

- et également pour fournir une indication sur la direction de la droite joignant le point de référence 3 au point d'impact, par rapport à une direction fixe.

Les notes affichées de 0 à 9 traduisent la proximité de plus en plus grande de l'impact et du



point de référence 3.

Dans l'exemple donné sur la figure 3, la note 5 affichée sur la partie gauche de l'écran 13 correspond sensiblement à un impact I représenté sur la figure 4 et situé dans une zone moyenne de la surface surveillée.

Il est clair que, selon une autre possibilité, le module de transfert 12 pourrait communiquer à l'unité d'affichage A des instructions pour faire afficher, sur l'écran 13, la distance estimée, par exemple en mètres, entre le point d'impact I et le point de référence 3.

L'information sur la direction du rayon d'impact est avantageusement fournie sous forme d'un segment 14 (figure 3) ayant une inclinaison a par rapport à une direction fixe D.

Comme illustré sur la figure 4, la direction D est constituée par une droite sensiblement parallèle à la ligne d'entraînement des joueurs. Le segment 14 de la figure 3 correspond au rayon d'impact 3-I de la figure 4.

L'information ainsi donnée par le segment 14, qui apparaît sur l'écran 13, permet au joueur d'apprécier s'il tape trop loin, pas assez, trop à droite ou trop à gauche.

Le module de transfert 12 est en outre agencé pour envoyer vers une interface 15, en particulier du type RS 232, les résultats de la détection pour les transmettre par exemple à un micro-ordinateur relié à l'interface 15, et effectuer des contrôles in situ.

L'ensemble des moyens d'affichage 13 et des moyens électroniques 7 est disposé dans un boîtier 8 protégé des impacts de balle par une plaque 16 transparente en matière plastique ultra-résistante, notamment en polycarbonate. L'ensemble de l'afficheur 13 et

des moyens électroniques 7 peut être alimenté par le secteur ou, éventuellement, par des cellules solaires si le coût permet d'envisager cette dernière solution.

Le fonctionnement et l'utilisation de l'appareil selon l'invention résultent immédiatement des explications qui précèdent.

L'appareil ayant été installé sur le practice et étant en état de marche et sous tension, le joueur de golf, qui se trouve à distance de cet appareil, dépose une balle sur le sol et frappe la balle en visant le drapeau F.

Lorsque la balle de golf tombe sur le sol, l'énergie cinétique de l'impact de la balle 1 crée une déformation du sol qui s'écrase légèrement à cet endroit. Le sol étant élastique, il reprend sa position initiale tout en transmettant aux particules voisines la déformation initiale. Il se crée ainsi une onde de compression P (figure 5) qui parcourt le sol à grande vitesse avant de s'atténuer avec la distance.

Cette onde se propage dans le sol et y rencontre les différents géophones 4 qui ont été noyés dans le sol.

Les moyens électroniques 7 permettent de calculer et de déterminer à partir des informations fournies par les capteurs, la position du point d'impact.

Si la balle de golf tombe en dehors de la zone surveillée, les moyens d'affichage 13 resteront inertes.

Par contre, si la balle 1 tombe dans la zone surveillée, les moyens d'affichage 13 visualisent, comme représenté sur la figure 3, le résultat de la détermination de l'impact.

Les moyens électroniques sont agencés pour créer une inhibition dans la mesure pendant 5 secondes

environ après un impact.

Il est clair qu'un appareil conforme à l'invention doit être placé à chaque distance d'entraînement par exemple à 50, 100 et 150 mètres  
5 dans le cas d'un "practice" de golf.

Les dimensions des caractères apparaissant sur l'unité d'affichage A sont suffisantes pour permettre leur lecture, à l'oeil nu, de l'endroit où a été frappée la balle.

10 On peut couvrir une zone de plus de 100 m<sup>2</sup> (sur la figure 4, le carré couvert par les seize géophones a un côté de 15 m) avec seulement seize géophones 4 (voir figure 4).

Les mesures effectuées lors des essais montrent que les instants de crête T<sub>c</sub>, mesurés sur la  
15 première onde (voir figure 5) sont des grandeurs très stables (écart type inférieur à 1 % de la moyenne des échantillons), ce qui permet d'obtenir des résultats précis et fiables. L'incertitude absolue sur la  
20 détermination de la position de l'impact peut être de l'ordre de 50 cm ou même inférieure.

REVENDEICATIONS

1. Appareil pour détecter l'impact, dans une zone de réception, d'une balle de golf et pour estimer la distance entre cet impact et un point de référence,

5 comprenant :

- plusieurs capteurs disposés et répartis dans la zone de réception (2) et propres à fournir un signal électrique sur une sortie à la suite d'un impact ;

10 - des moyens électroniques (7) auxquels sont reliés les capteurs, ces moyens électroniques étant propres à déterminer, à partir des informations fournies par les capteurs, la position du point d'impact ;

15 - et des moyens d'affichage (13), commandés par les moyens électroniques (7), pour visualiser au moins une estimation de la distance entre le point d'impact et le point de référence (3),

caractérisé par le fait que le point de référence est constitué par un but (3) à atteindre avec la balle de golf ; que les capteurs sont constitués par des  
20 géophones (4) enterrés dans le sol, et que les moyens électroniques (7) comprennent un module d'analyse (10) du signal propre à reconnaître l'instant ( $T_c$ ) de la première crête (c) d'un signal sur un géophone, la détermination de la position de l'impact étant  
25 effectuée à partir de ces signaux de crête.

2. Appareil selon la revendication 1, caractérisé par le fait que les moyens électroniques (7) comportent un circuit d'amplification logarithmique (9) propre à éviter la saturation pour permettre  
30 la détection de la première crête du signal, même si le signal d'entrée a une forte amplitude.

3. Appareil selon la revendication 1 ou 2, caractérisé par le fait que les géophones (4) sont disposés dans la zone de réception de manière telle  
35 que les distances respectives entre l'impact d'une balle de golf en un point quelconque de la zone de

réception et au moins trois géophones soient suffisamment faibles pour que l'amplitude de la première crête (c) ait une valeur suffisante pour permettre sa détection avec certitude.

- 5                   4. Appareil selon la revendication 3, caractérisé par le fait que lesdites distances respectives sont au plus égales à 8 mètres, et en particulier au plus égales à 5 mètres.
- 10                  5. Appareil selon la revendication 3 ou 4, caractérisé par le fait que les géophones sont disposés aux sommets de carrés élémentaires juxtaposés dont le côté est au plus égal à 5 mètres.
- 15                  6. Appareil selon la revendication 5 pour une zone de réception sensiblement carrée ayant un côté de l'ordre de 15 mètres, caractérisé par le fait qu'il comprend 16 géophones disposés aux sommets de neuf carrés élémentaires juxtaposés.
- 20                  7. Appareil selon la revendication 1, caractérisé par le fait que les capteurs sont des géophones 10 Hz.
- 25                  8. Appareil selon la revendication 1, caractérisé par le fait que les moyens d'affichage (13) sont agencés pour fournir, en outre, une indication sur la direction de la droite joignant le point de référence (3) au point d'impact (I) par rapport à une direction fixe (D), cette indication étant en particulier fournie sous une forme schématique par un segment de droite (14) ayant une orientation (a) en correspondance avec la susdite direction (D).
- 30                  9. Appareil selon la revendication 8, caractérisé par le fait que les moyens d'affichage (13) comprennent une unité d'affichage (A) supportée par un pied, située à proximité de la zone de réception, et protégée par une plaque (16) en matière  
35 suffisamment résistante aux impacts des projectiles, en particulier en polycarbonate, les dimensions des

indications affichées sur cette unité étant suffisantes pour permettre leur lecture à l'oeil nu à une distance relativement importante, en particulier de plus de 50 mètres.

5           10. Appareil selon la revendication 1, caractérisé par le fait que les moyens électroniques (7) comprennent un module de traitement (11) auquel sont envoyés les instants de crête reconnus par le module d'analyse (10), le module de traitement (11) déterminant, comme origine des temps, l'instant de la première crête détectée, c'est-à-dire l'instant où un premier géophone est atteint par l'onde créée ar l'impact.

15           11. Appareil selon la revendication 10, caractérisé par le fait que le module de traitement (11) comprend des moyens de mémoire propres à stocker les informations fournies par les divers capteurs (4) lors d'impacts en des endroits prédéterminés, répartis sur le sol (2), et des moyens de comparaison pour com-  
20 parer les informations recueillies lors d'un impact quelconque avec les valeurs mémorisées et déterminer, à partir de cette comparaison, la position dudit impact quelconque.

25           12. Appareil selon la revendication 10 ou 11, caractérisé par le fait que les moyens électroniques (7) comprennent un module (12) de transfert permettant de transformer les résultats du module de traitement (11) en commande de l'unité d'affichage (A) et d'envoyer en outre ces résultats vers une interface  
30 (15), en particulier du type RS 232.

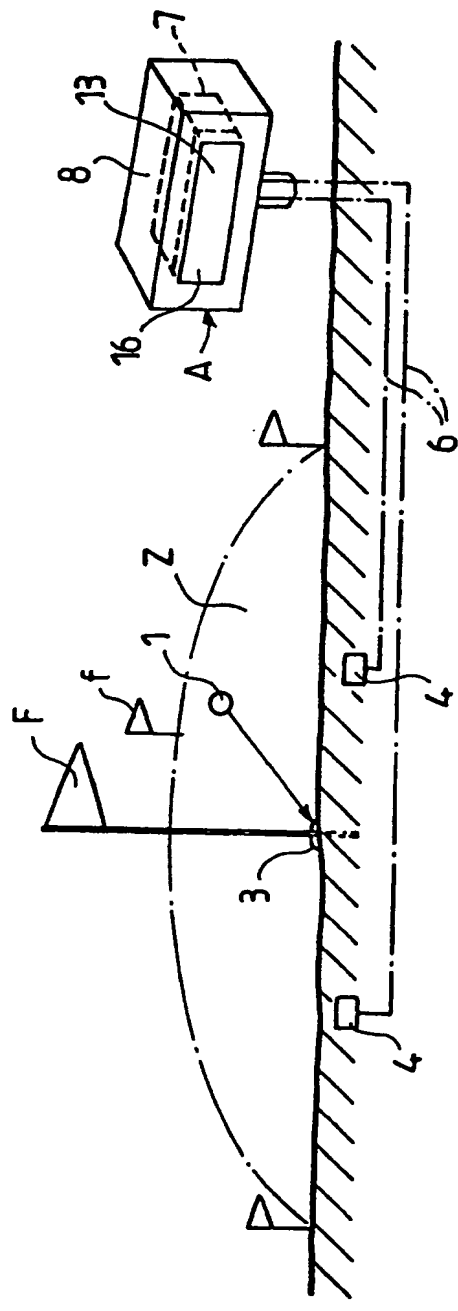


FIG. 1

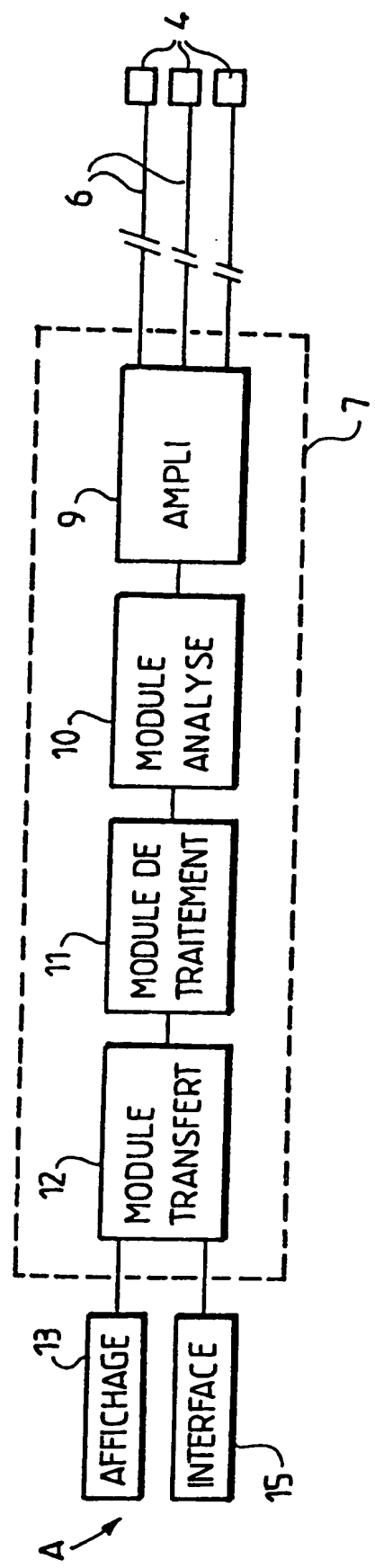


FIG. 2

2/2

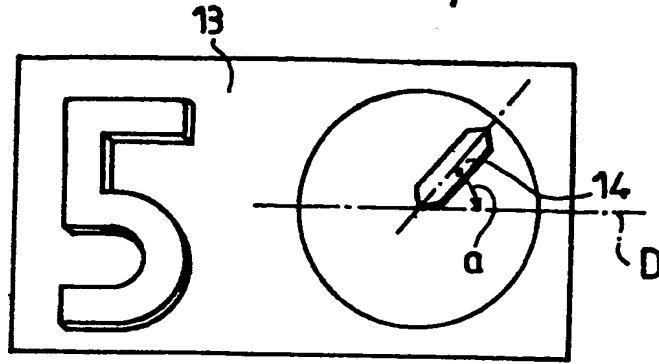


FIG. 3

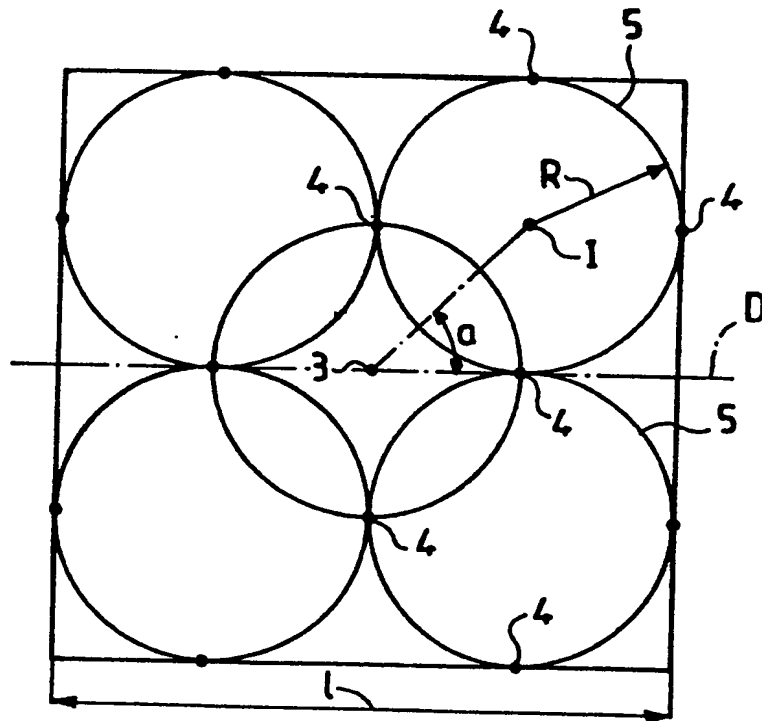


FIG. 4

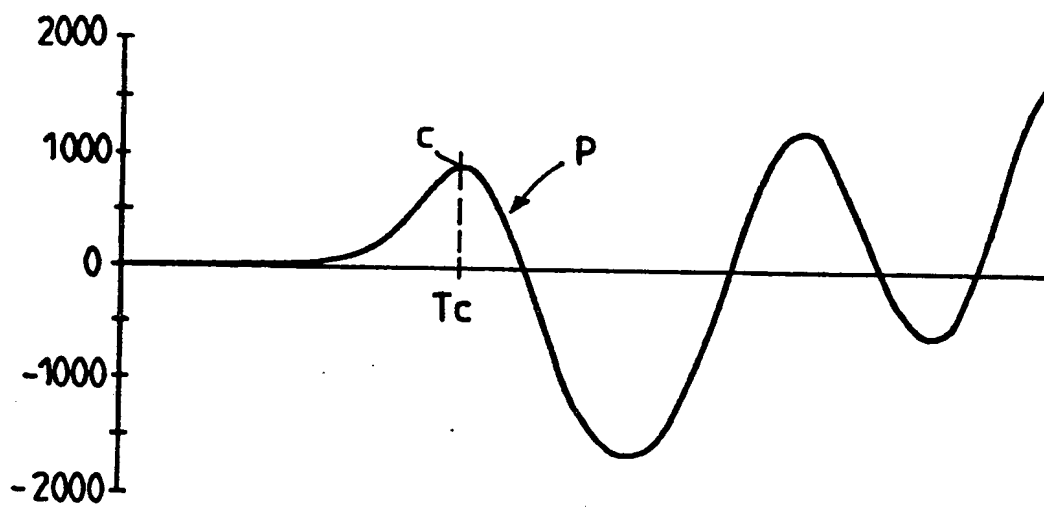


FIG. 5



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/FR91/00537

<b>I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> (If several classification symbols apply, indicate all) *		
According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC		
IPC <sup>5</sup> : A63B 63/00; G01V 1/00; G01S 5/22		
<b>II. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum Documentation Searched <sup>7</sup>		
Classification System	Classification Symbols	
IPC <sup>5</sup>	A63B; G01S; G01V; F41J	
Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched <sup>8</sup>		
<b>III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b> <sup>9</sup>		
Category *	Citation of Document, <sup>11</sup> with Indication, where appropriate, of the relevant passages <sup>12</sup>	Relevant to Claim No. <sup>13</sup>
A	WO, A, 8912483 (BEARD) 28 December 1989 cited in the application see page 1, line 4 - line 8, see page 2, line 8 - line 18, see page 3, line 5 - line 12, see page 5, line 4 - page 9, line 17, see figures 1,4,5 ---	1-3,10,11
A	US, A, 4305142 (SPRINGER) 8 December 1981 see column 1, line 59 - column 2, line 13, see column 6, line 43 - line 56, see figures 1,3 ---	1,7
A	US, A, 4001771 (AMRINE) 4 January 1977 cited in the application see column 3, line 1 - line 18, see column 3, line 36 - line 42, see column 3, line 53 - column 4, line 30, see column 6, line 2 - line 23, see column 8, line 13 - column 9, line 12, see figure 5 ---	1,12
A	US, A, 2784000 (SIMJIAN) 5 March 1957 see column 2, line 5 - column 3, line 3 see figure 1 ---	1
A	EP, A, 323941 (VINCI) 12 July 1989 see column 4, line 18 - line 42 ./.	1,2,10,11
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>* Special categories of cited documents: <sup>10</sup></p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>"&amp;" document member of the same patent family</p> </div> </div>		
<b>IV. CERTIFICATION</b>		
Date of the Actual Completion of the International Search	Date of Mailing of this International Search Report	
20 September 1991 (20.09.91)	16 October 1991 (16.10.91)	
International Searching Authority	Signature of Authorized Officer	
European Patent Office		

III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT (CONTINUED FROM THE SECOND SHEET)		
Category *	Citation of Document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to Claim No.
A	<p>see figures 1,2</p> <p>US, A, 2331237 (SCHAEFER) 5 October 1943 see page 1, column 2, line 50 - page 2, column 1, line 3 see page 2, column 1, line 25 - page 3, column 1, line 52 see figures 1-3</p>	8

# ANNEX TO THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT ON INTERNATIONAL PATENT APPLICATION NO.

FR 9100537  
SA 49146

This annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report. The members are as contained in the European Patent Office EDP file on  
The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information.

20/09/91

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO-A-8912483	28-12-89	US-A- 4898388 AU-A- 3852589 EP-A- 0422096 US-A- 5029866	06-02-90 12-01-90 17-04-91 09-07-91
US-A-4305142	08-12-81	None	
US-A-4001771	04-01-77	CA-A- 1054251 CH-A- 594260 DE-A,C 2643255 FR-A,B 2329031 GB-A- 1515447 JP-A- 52050200	08-05-79 30-12-77 21-04-77 20-05-77 21-06-78 21-04-77
US-A-2784000		None	
EP-A-323941	12-07-89	FR-A- 2625801	13-07-89
US-A-2331237		None	

EPO FORM P0679

For more details about this annex : see Official Journal of the European Patent Office, No. 12/82

**I. CLASSEMENT DE L'INVENTION** (si plusieurs symboles de classification sont applicables, les indiquer tous) ?

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

CIB 5      A63B63/00 ; G01V1/00 ; G01S5/22

**II. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE**Documentation minimale consultée<sup>1</sup>

Système de classification

Symboles de classification

CIB 5

A63B ;      G01S ;      G01V ;      F41J

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où de tels documents font partie des domaines sur lesquels la recherche a porté<sup>2</sup>**III. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS<sup>10</sup>**

Catégorie *	Identification des documents cités, avec indication, si nécessaire, <sup>12</sup> des passages pertinents <sup>13</sup>	No. des revendications visées <sup>14</sup>
A	WO,A,8 912 483 (BEARD) 28 Décembre 1989 cité dans la demande voir page 1, ligne 4 - ligne 8 voir page 2, ligne 8 - ligne 18 voir page 3, ligne 5 - ligne 12 voir page 5, ligne 4 - page 9, ligne 17 voir figures 1,4,5 ---	1-3,10, 11
A	US,A,4 305 142 (SPRINGER) 8 Décembre 1981 voir colonne 1, ligne 59 - colonne 2, ligne 13 voir colonne 6, ligne 43 - ligne 56 voir figures 1,3 ----- -/-	1,7

\* Catégories spéciales de documents cités:<sup>11</sup>

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié postérieurement à la date de dépôt international ou à la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature; cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"Z" document qui fait partie de la même famille de brevets

**IV. CERTIFICATION**

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

20 SEPTEMBRE 1991

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

16. 10. 91 20 SEPTEMBRE 1991

Administration chargée de la recherche internationale

OFFICE EUROPEEN DES BREVETS

Signature du fonctionnaire autorisé

Schönleben J.E.F.

III. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS<sup>14</sup>(SUITE DES RENSEIGNEMENTS INDiques SUR LA  
DEUXIEME FEUILLE)

Catégorie °	Identification des documents cités, <sup>16</sup> avec indication, si nécessaire des passages pertinents <sup>17</sup>	No. des revendications visées <sup>18</sup>
A	US,A,4 001 771 (AMRINE) 4 Janvier 1977 cité dans la demande voir colonne 3, ligne 1 - ligne 18 voir colonne 3, ligne 36 - ligne 42 voir colonne 3, ligne 53 - colonne 4, ligne 30 voir colonne 6, ligne 2 - ligne 23 voir colonne 8, ligne 13 - colonne 9, ligne 12 voir figure 5 ---	1,12
A	--- US,A,2 784 000 (SIMJIAN) 5 Mars 1957 voir colonne 2, ligne 5 - colonne 3, ligne 3 voir figure 1 ---	1
A	--- EP,A,323 941 (VINCI) 12 Juillet 1989 voir colonne 4, ligne 18 - ligne 42 voir figures 1,2 ---	1,2,10, 11
A	--- US,A,2 331 237 (SCHAEFER) 5 Octobre 1943 voir page 1, colonne 2, ligne 50 - page 2, colonne 1, ligne 3 voir page 2, colonne 1, ligne 25 - page 3, colonne 1, ligne 52 voir figures 1-3 ---	8

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE  
RELATIF A LA DEMANDE INTERNATIONALE NO.**

FR 9100537  
SA 49146

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche internationale visé ci-dessus.  
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

20/09/91

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO-A-8912483	28-12-89	US-A- 4898388 AU-A- 3852589 EP-A- 0422096 US-A- 5029866	06-02-90 12-01-90 17-04-91 09-07-91
US-A-4305142	08-12-81	Aucun	
US-A-4001771	04-01-77	CA-A- 1054251 CH-A- 594260 DE-A, C 2643255 FR-A, B 2329031 GB-A- 1515447 JP-A- 52050200	08-05-79 30-12-77 21-04-77 20-05-77 21-06-78 21-04-77
US-A-2784000		Aucun	
EP-A-323941	12-07-89	FR-A- 2625801	13-07-89
US-A-2331237		Aucun	

EPO FORM P0072

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record.**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**